



СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
SIBIRIAN FEDERAL UNIVERSITY

ВЫБОР И РАЦИОНАЛЬНАЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ БУРОВЫХ ИНСТРУМЕНТОВ И СТАНКОВ НА КАРЬЕРАХ

Министерство образования и науки Российской Федерации

Сибирский федеральный университет

**ВЫБОР
И РАЦИОНАЛЬНАЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ
БУРОВЫХ ИНСТРУМЕНТОВ
И СТАНКОВ НА КАРЬЕРАХ**

Монография

Под общей редакцией доктора технических наук,
профессора В.Д. Буткина, доктора технических наук,
профессора А.В. Гилева

Красноярск
СФУ
2010

УДК 622.233.05
ББК 33.11-5я73
В 93

А в т о р ы: В. Д. Буткин, А. В. Гилёв, Д. Б. Нехорошев,
В. Т. Чесноков, Д. С. Догадин, Р. А. Гилёв

Р е ц е н з е н т ы:

М. А. Викулов, д-р техн. наук, проф. зав. кафедрой «Горные машины и комплексы» Якутского государственного университета;

Д. Е. Махно, д-р техн. наук, проф. Иркутского государственного технического университета.

В93 Выбор и рациональная эксплуатация буровых инструментов и станков на карьерах : монография / под общ. ред. В. Д. Буткина, А. В. Гилёва. – Красноярск : Сибирский федеральный университет, 2010. – 236 с.
ISBN 978-5-7638-2193-2

В монографии рассмотрены показатели промышленных испытаний различных типомodelей шарошечных долот отечественного и зарубежного производства на карьерах РФ и СНГ. Изложены теоретико-методические основы выбора рациональных буровых инструментов и режимов бурения в условиях действующих карьеров. Разработаны математические модели и методики, позволяющие рационально эксплуатировать и прогнозировать показатели работы долот. Рассмотрены концепция и результаты применения нового пневмо-эжекторного способа очистки скважин, обеспечивающего повышение эффективности бурения и снижение затрат энергии. Разработаны реновационные технологии при эксплуатации шарошечных долот, включающие ремонт, модернизацию, восстановление бурового инструмента и утилизацию ценных конструктивных материалов.

Предназначена для инженеров и научных работников, занимающихся проектированием и эксплуатацией буровой техники. Может быть использована преподавателями и студентами в процессе изучения дисциплин «Горные машины», «Открытые горные работы», «Технология буровзрывных работ».

УДК 622.233.05
ББК 33.11-5я73

ISBN 978-5-7638-2193-2

© Сибирский федеральный
университет, 2010

ВВЕДЕНИЕ

Бурение взрывных скважин на открытых горных разработках является первоочередным весьма трудоемким и дорогостоящим производственным процессом. Удельный вес буровых работ в общей себестоимости добычи полезного ископаемого достигает 30 % и более. Все это обуславливает большую народнохозяйственную значимость вопросов совершенствования техники и технологии бурения взрывных скважин.

Буровая техника на карьерах России представлена в основном станками шарошечного бурения (СБШ) среднего и тяжелого типов (массой 70–136 т) значительной мощности (400–550 кВт). На карьерах железорудных и цветных металлов общее количество этих станков составляет от 90 до 95 % (а на некоторых предприятиях 100 %) от всего парка. При этом в стоимости проходки 1 м скважины расходы на шарошечные долота (ШД) достигают 60–70 %. Столь значительные затраты объясняются большой стоимостью и относительно невысокой стойкостью сложных ШД, недостаточной эффективностью разрушения забоя скважины и несовершенством процесса эвакуации буровой мелочи из зоны работы долота.

В последние годы многократно увеличились цены на станки типа СБШ, ШД, тарифы на электроэнергию, затраты на сервисное обслуживание и обеспечение машино-смены работы буровых станков. По технологическим причинам выросли масштабы использования на карьерах скважин увеличенного диаметра 250–320 мм против 200–220 мм. Повысилась интенсивность работы СБШ. Так, например, годовая производительность станков СБШ-250МНА на многих железорудных карьерах за последние пять лет возросла с 28–30 до 35–45 тыс.м.

Значительно расширилась номенклатура ШД (по типам и диаметрам), предназначенных для проходки взрывных скважин. Увеличилось число долотных заводов. Кроме ОАО «Волгабурмаш», «Уралбурмаш» и Дрогобычского долотного завода ШД выпускают заводы «Белгормаш», «Сталь-Трест», ВНИИБТ и другие. При этом показатели удельных затрат и стойкости даже однотипных долот, выпускаемых различными заводами, в равных условиях эксплуатации отличаются в 2–3 раза и более. Еще большие различия обнаруживаются при сравнении отечественных и зарубежных ШД. Последние могут иметь в 3–7 раз большую стойкость, но быть многократно дороже отечественных, поэтому приобретение иностранного инструмента не всегда экономически оправдано.

Изложенное свидетельствует о том, что для повышения эффективности буровых работ на открытых горных разработках в настоящее время первостепенное значение имеет совершенствование методов выбора типов и рациональной эксплуатации бурового инструмента, а также улучшение систем очистки скважин от разрушенных горных пород. Теоретическую основу решения этой научно-технической проблемы составляет экономико-математическая модель (ЭММ) системы горная порода – буровой инструмент – буровой станок. При этом параметры базовых технологических зависимостей, входящих в ЭММ и характеризующих взаимодействие бурового инструмента с забоем скважины, должны определяться экспериментально на буровых станках. Только при таком подходе можно обеспечить адекватность разработанных математических моделей и фактического процесса бурения различных горных пород.

Необходимость экспериментов (технологических проб) на действующем объекте для корректировки проектных решений подтверждается самыми последними исследованиями в области разрушения горных пород при их бурении, взрывании и экскавации.

Основное внимание в данной монографии уделено обоснованию математических моделей в форме, удобной для применения операторами буровых станков и инженерами – производителями при выполнении компьютерных вычислительных процедур.

Авторы учли, что на карьерах периодически проводят сравнительные испытания буровых долот. Типовую методику таких испытаний целесообразно дополнить экспериментальным определением параметров базовых технологических зависимостей, обеспечивающих наиболее точный выбор рациональных моделей буровых инструментов и режимов бурения.

Значительное место в монографии уделено обоснованию нового пневмо-эжекционного способа очистки скважин, отличающегося повышенной производительностью и энергетической эффективностью.

Последний раздел работы посвящен разработке реновационных технологий при эксплуатации шарошечных долот, включающих ремонт, модернизацию, восстановление бурового инструмента и утилизацию ценных конструктивных материалов. Значительная технико-экономическая эффективность предложенных технических решений подтверждена опытно-промышленными испытаниями и внедрением на ряде карьеров Красноярского края.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
Глава 1. СОСТОЯНИЕ И НАПРАВЛЕНИЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИИ БУРЕНИЯ НА КАРЬЕРАХ.....	5
Выводы.....	26
Глава 2. ИССЛЕДОВАНИЕ ОСНОВНЫХ ФАКТОРОВ И КРИТЕРИЕВ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА БУРЕНИЯ НА КАРЬЕРАХ.....	28
2.1. Анализ структуры и критериев оценки эффективности функционирования технологической системы «горная порода – буровой инструмент – буровой станок».....	29
2.2. Анализ технико-экономических показателей шарошечного бурения на карьерах с учетом влияния крепости пород.....	37
Выводы.....	59
Глава 3. МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ «ГОРНАЯ ПОРОДА – БУРОВОЙ ИНСТРУМЕНТ – БУРОВОЙ СТАНОК».....	61
3.1. Оценка методических подходов к разработке математических моделей процесса бурения.....	61
3.2. Обоснование и выбор математических моделей базовых технологических зависимостей натурального процесса бурения.....	64
3.3. Математические модели и решения по выбору рациональных типов долот и прогнозирование оптимальных технико-эконо- мических показателей процесса бурения в условиях карьера.....	77
Выводы.....	82
Глава 4. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ И СРЕДСТВ ОЧИСТКИ СКВАЖИН ПРИ ВРАЩАТЕЛЬНОМ БУРЕНИИ В УСЛОВИЯХ КАРЬЕРА.....	83
4.1. Вопросы теории и особенности технологии очистки скважин с использованием энергии сжатого воздуха.....	83
4.2. Теоретические предпосылки создания и сущность пневмо-эжекционного способа очистки скважин.....	91
4.3. Особенности и технические преимущества устройств для бурения с пневмо-эжекционной очисткой скважин.....	102
4.4. Основы теории пневмо-эжекционной эвакуации бурового шлама из скважины.....	107
4.5. Опытнo-промышленные испытания и определение технико-экономических показателей пневмо-эжекционной очистки взрывных скважин.....	123
Выводы.....	133

Глава 5. МЕТОДЫ ВЫБОРА БУРОВЫХ ДОЛОТ И РАЦИОНАЛЬНЫХ РЕЖИМОВ В ПРОЦЕССЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ БУРОВЫХ СТАНКОВ.....	135
5.1. Закономерности и оценка эффективности разрушения горных пород при бурении в производственных условиях.....	136
5.2. Оценка ресурса и эффективности применения разборных шарошечных долот.....	143
5.3. Обобщенная методическая схема оптимизации технологического процесса бурения в условиях действующего карьера.....	149
Выводы.....	154
Глава 6. РЕНОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ БУРОВОГО ИНСТРУМЕНТА.....	156
6.1. Актуальность и условия создания реновационных технологий при эксплуатации шарошечных долот.....	156
6.2. Обоснование и разработка способов ремонта и восстановления бурового инструмента шарошечного типа.....	160
6.2.1. Оценка ресурса элементов шарошечного долота.....	160
6.2.2. Анализ опыта повышения ресурса бурового инструмента шарошечного типа.....	165
6.2.3. Разработка способов восстановления шарошечных долот.....	167
6.2.4. Исследования напряженно-деформированного состояния восстанавливаемых долот.....	170
6.3. Модернизация и конструктивные преобразования шарошечных долот	174
6.3.1. Теоретическая оценка целесообразности и эффективности использования долот с зубчато-дисковыми шарошками.....	174
6.3.2. Модернизация шарошечного долота в буровой инструмент режущего типа с переменной режущей кромкой.....	185
6.3.3. Способ вторичного использования корпусной части долот...	187
6.4. Утилизация бурового инструмента.....	188
6.4.1. Способы извлечения твердого сплава из бурового инструмента	188
6.4.2. Термовращательный способ извлечения твердого сплава из тела шарошки.....	194
6.4.3. Электрогидравлический способ извлечения твердого сплава из бурового инструмента	205
6.4.4. Разрезной способ извлечения твердого сплава.....	210
6.5. Техничко-экономическая оценка применения реновационных техно- логий при эксплуатации бурового инструмента шарошечного типа	211
6.5.1. Экономическая целесообразность преобразования изношенных шарошечных долот в дисковые.....	211
6.5.2. Методика оценки эффективности восстановления бурового Инструмента.....	216
6.5.3. Опытно-промышленная реализация реновационных технологий	219
Выводы.....	220
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	222
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	227